

Die Zusammensetzung dieser beiden Quellen ist also so wenig verschieden, dass sie wohl wahrscheinlich aus einem und demselben grösseren Reservoir entspringen.

III. Vereinfachte Höhen- und Tiefendarstellung ohne und mit Illustration für Karten und Pläne jeder Art und jedes Maassstabes.

Von Ignaz Martin Guggenberger,

k. k. Hauptmann.

Mitgetheilt in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt am 13. April 1858.

Meine hydrologischen Forschungen und Aufnahmen machten mir das Bedürfniss nach Karten und Plänen, welche die Höhen und Tiefen unmittelbar und genauer als bisher bezeichnen, recht fühlbar.

Ich suchte eine befriedigende Darstellungsweise unter folgenden Bedingungen:

1. Alle Höhen und Tiefen müssen auf jeder Karte und jedem Plane nach ihrem wirklichen Maass bezeichnet werden. Diese Maassbezeichnung (Cotirung) muss so beschaffen sein, dass, auf möglichst directem Wege die Profilirung des Terrains erreichbar werde.

2. Jede bisherige Darstellungsweise aller übrigen Theile und Gegenstände der Erdoberfläche soll unbeirrt bleiben, wie auch allen bisher gebräuchlichen Farben und Zeichen kein Eintrag gesehehen darf. Das sichert der neuen Terraindarstellung die unbedingte Anwendungsfähigkeit zu allen Arten von Karten und Plänen, sowohl für allgemein wissenschaftliche und Unterrichtszwecke, als für militärische, volkswirtschaftliche oder speciell technische Darstellungsweige.

3. In allen gebräuchlichen Grössenverhältnissen (Maassstählen) vom Globus bis zum Detailplan, muss nicht nur ein deutliches Gesamtbild ermöglicht, sondern auch jede erforderliche Heraushebung einzelner Punkte (und diess selbst ohne Illustration) thunlich sein, wodurch einerseits schon beim Ueberblick alle gleichständigen (isohypsen) Höhen und Tiefen leicht aufgefunden, andererseits die Höhen- oder Tiefenmaasse auch der nicht durch Coten bezeichneten Punkte und Stellen mit erwünschter Genauigkeit gemessen oder angegeben werden können.

Das vorgesteckte Ziel ist: Mit den geringsten Mitteln an Coten, Zeichen und Färbungen die ausreichendste Terraindarstellung zu erlangen.

Karten und Pläne haben bekanntlich scheinrechte, also vollkommen schattenlose Beleuchtung und der Augenpunct liegt immer und überall in der Richtung der Beleuchtungsstrahlen. Diese Eigenthümlichkeit macht es so schwierig, die Höhen und Tiefen eben so messbar darzustellen wie die Grundflächen. Aber auch im Grundrisse sind nur jene Flächen direct messbar, welche parallel mit dem Horizonte liegen. Alle übrigen wie immer geneigten, folglich im Skurz auf die Grundebene projectirten Flächen sind auf Karte und Plan direct unmessbar, weil ihre Längen- und Breitenstreckung von dem Neigungswinkel abhängt.

Beschränkt nun die Natur der Zeichnungsmethode alle planimetrischen Messungen auf die wirklich horizontalen Flächen, so liegt es wohl ganz nahe, auch nur diesen durch Hinzufügung der Höhen- oder Tiefencote die Ausmessungen

zur Körperlichkeit zu ertheilen, sie mögen nun zu Berg oder Thal gehörig, auf oder unter Wasser sein.

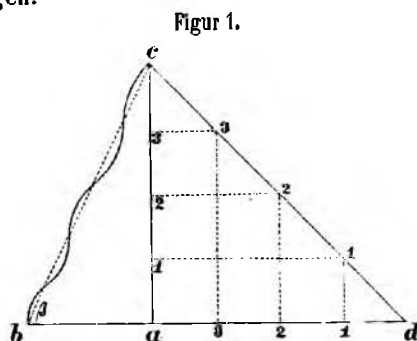
Eine solche Vollständigkeit der Ausmaassen erlaubt nun auch jede horizontale Ausdehnung, als die immer ganz sichtbare und vollkommen beleuchtete Scheitelfläche¹⁾ eines mehr oder minder verdeckten oder eingesunkenen Körpers zu betrachten, gleichviel ob die Ausdehnung der Scheitelfläche gross oder klein, breit oder schmal ist. Der Gipfel einer Alpennadel, als kleinste, die wagrechte Felsenschneide eines Firstes als schmalste, sind eben so gut Scheitelflächen wie der Wasserspiegel eines See's.

Das Constante aller Scheitelflächen eignet sie demnach vorzugsweise zu verlässlichen Anhaltspuncten für die ganze Terraindarstellung, und diess um so gerechtfertigter, weil 1. alle übrigen wie immer geneigten Flächen zwischen ihnen liegen, und 2. deren Neigungswinkel ganz und gar von dem Höhenunterschiede der Horizontalflächen als den Anfangs- und Endpuncten aller Neigungen abhängen.

Denkt man sich in nachstehender Fig. 1 die, wenn auch nicht regelmässig gestaltete Neigungslinie bc als Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks abc , so ergibt sich aus dem Grundriss die Anlage ba und durch den bekannten Cotenunterschied die Höhe ac ; man findet demnach nicht nur den Neigungswinkel β vollkommen genau, sondern auch nach Bedarf die wahre Länge der Neigungslinie bc .

Damit sind allerdings verlässliche Daten für die Terrain-Darstellung und Benützung gewonnen, aber noch fehlt die Möglichkeit aus der Karte oder dem Plane selbst die wirkliche Höhe jedes beliebigen andern auf dem Abhange — der Hypotenuse — gelegenen oder gesuchten Punctes zu entnehmen, so zwar, dass ausser den Höhengoten der Horizontalflächen durchaus keine andern mehr nöthig wären. Und auch das geht, sogar mit dem Zirkel in der Hand, recht einfach und bequem.

Es sei in obigem rechtwinkligen Dreieck acd die Anlage ad , hier z. B. in vier gleiche Theile zerlegt; von den Theilungspuncten ausgehend senkrechte Schnittlinien treffen die Hypotenuse cd und zerlegen diese ebenmässig in vier gleiche Theile; durch horizontale Schnitte geschieht diess bei der Höhe ac



1) Denkt man sich ein beliebiges Stück der Erdoberfläche, um vorerst nur regelmässige Flächen in Betracht zu ziehen, durch ein Conglomerat von Krystallfiguren bedeckt, mit scheinbarer Beleuchtung und gleichem Augenpunct, wie es die Planzeichnung erfordert, so erscheinen die Krystallflächen unter allen möglichen Neigungen, zum Theil aber auch horizontal, und gerade diese ziehen als Scheitelflächen durch ihre volle Grösse und gleich starke Beleuchtung in allen Höhen- und Tiefenlagen den Blick vorzugsweise auf sich.

Ein solch regelmässiges Geripp kommt allerdings in der Wirklichkeit nur höchst theilweise vor, denn die Erdoberfläche ist ja auf die mannigfaltigste Weise aufgetrieben und eingesunken, abgebrochen, zerstückt, zerbröckelt, angenagt und ausgehöhlt, abgeschliffen und zerwühlt, aber auch überschüttet und ausgefüllt, abgerundet und verflächt, bedeckt und verhüllt, endlich von Menschenhand für alle Lebens- und Culturzwecke benützt, verändert, künstlich getrennt, verbunden und zum Theil ergänzt.

Demungeachtet könnte man ganz unbedenklich alle horizontalen Terraintheile als Scheitelflächen betrachten oder doch benennen, sie mögen nun trocken oder nass oder gar unter Wasser sein.

gleichfalls. Jeder Theilungspunct der Grundlinie entspricht sonach dem gleichnamigen der Böschungslänge ebensowohl als dem der Höhe, und man kann, weil die Höhe als Cotenunterschied immer bekannt ist, durch die blosse Theilung der Grundlinie (Anlage und zugleich projectirte Böschung) die Höhenlage des verlangten Punctes finden, oder umgekehrt mit dem Zirkel die Isohypse als n^{ter} Theil der Höhe auf der Grundlinie gleichfalls abstechen.

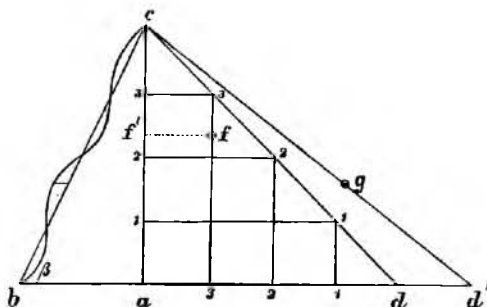
In solcher Weise nun bleibt auf Karte und Plan kein einziger Höhen- oder Tiefenpunct des Abhanges, auch ohne alle Illustration, mehr unbestimmbar und zwar mit einer Fehlergränze von $\frac{1}{20} = 5\%$, nicht etwa der absoluten Höhe, sondern nur des jedesmaligen Cotenunterschiedes der beiden nächsten Scheitelflächen¹⁾. Wäre die Abweichung von der Hypotenuse als Einsenkung oder Auswölbung grösser, so müsste folgerichtig und dem jeweiligen Maassstab entsprechend gleich von vorn herein noch ein Brechungspunct entweder des Berg- oder Thalprofils angenommen und dieser mit einer Höhengote versehen werden²⁾.

- 1) Nachfolgende Zusammenstellung zeigt das Wachsen der Neigungswinkel bei gleichbleibender Anlage nach der um $\frac{1}{10}$ wachsenden Höhe:

Höhe	Neigungswinkel	Differenz	Höhe	Neigungswinkel	Differenz
$\frac{1}{10}$	5° 42'	5° 36'	$\frac{6}{10}$	30° 57'	4° 3'
$\frac{2}{10}$	11° 18'	5° 23'	$\frac{7}{10}$	35° 0'	3° 39'
$\frac{3}{10}$	16° 41'	5° 7'	$\frac{8}{10}$	38° 39'	3° 20'
$\frac{4}{10}$	21° 48'	4° 35'	$\frac{9}{10}$	41° 59'	3° 1'
$\frac{5}{10}$	26° 23'	4° 34'	$\frac{10}{10}$	45° 0'	

Durch diese Winkeldifferenz lässt sich annähernd darthun, wie eng die Fehlergränze bei Bestimmung der Höhenlage eines in der Einsenkung oder Anschwellung des Abhanges liegenden Punctes gesteckt ist, wenn man noch die bei der Horizontalität der Flächen allgemein zugelassene Toleranz von 2-5 Grad Neigung auch für die Abweichung von der Hypotenuse, wie nur billig, in Anspruch nimmt. Die mittlere aller obigen Differenzen ist 4° 22', also kaum der doppelte Werth obiger Toleranz, folglich ist der Fehler auch nur $\frac{1}{20} = 5$ Procent des Cotenunterschiedes der zwei jeweilig massgebenden Scheitelflächen oder Profilpuncte.

- 2) Die Bestimmung dieser Cote eines zu sehr von der Hypotenuse abweichenden Punctes bedarf wohl keiner eigenen Höhengmessung mehr; es wird aber in den meisten Fällen genügen, entweder die senkrechte Abweichung von der Hypotenuse zu kennen, oder diese mit einem anderen Puncte von bekannter Höhe in lineare Beziehung zu bringen. In der nebenstehenden Figur ist der Punct f offenbar zu weit innerhalb der Hypotenuse cd ; weil aber der Hohlung wegen das Allignement der ganzen Hypotenuse hier dem Auge vollkommen frei bleibt, so kann der Punct f sehr leicht (etwa mittelst einer Stange) in das Allignement bei β gebracht, und so die Entfernung f, β gemessen werden; die Höhenlage von f wird dann genau $= a, \beta - f', \beta$ sein.



Wäre jedoch ein Punct g zu weit ausserhalb der Hypotenuse, so trüfe das Allignement zwischen c und g nicht mehr auf d , sondern auf d' , und es müsste somit nicht mehr da , sondern $d'a$ als Anlage betrachtet werden, wodurch die Höhe von g sich wieder genau bestimmen lässt.

In ähnlicher Weise lassen sich überhaupt einzelne oder ganze Reihen von Hebungen und Senkungen als Zwischenpuncte ins Allignement bringen und ihre Höhenlagen finden, so dass man bei umsichtiger Benützung der Umstände eine bedeutende Anzahl wirklicher Höhengmessungen sich wird ersparen können.

Bekanntlich lässt das Auf- und Absteigende einzelner Terraingegenstände, sowohl wie ganzer Landstriche, sich am einfachsten und sichersten durch bezeichnende Profilschnitte nachweisen. Man war jedoch bis nun immer geneigt abgesonderte Längen- und Querprofile zur genaueren Bezeichnung des unebenen Bodens als Beigabe anzufügen, ohne hiedurch, trotz der Annahme von verschiedenen Maassstäben für Länge und Höhe, die Sache zu erschöpfen; denn man hatte nur geradlinige Durchschnitte zu Gebote, während in der Natur eher die krummen oder gebrochenen vorherrschen, z. B. Längenprofile von Strassenzügen, Eisenbahnen, Flüssen, Bächen, ganzen Thälern und Bergrücken, dann die Tiefenprofile der gewundenen Curslinien bei Hafen-Ein- und Ausfahrten, endlich Querprofile von Gebirgsübergängen u. dgl.

Nur im Grundplan selbst treten alle Profilschnitte naturgemäss auf und, wenn man ihre Höhenverhältnisse hinreichend bezeichnen und versinnlichen könnte, wäre offenbar ein Fortschritt auf kürzerem Weg erreicht. Die ganze Aufgabe in ihrem eigentlichen Kerne würde also lauten: Das Höhen- oder Tiefenprofil soll gleich im Grundriss mit ausreichender Genauigkeit zu erkennen sein.

Die Profilschnitte des Grundrisses, wenn sie die Terraingestaltung genügend bestimmen sollen, müssen nothwendig umfassender und gefügiger sein, als es bloss geradlinige vermögen, zunächst also Gabelungen nach aufwärts durch Haupt- und Nebenthäler, nach abwärts über die Bergrücken und deren Verästelungen. Aller Boden zwischen zwei Scheitelflächen überhaupt, also zwischen Bergsaum und Thalrand insbesondere, gehört zum Abhang und bedarf bei der oben nachgewiesenen Bestimmbarkeit jedes beliebigen Punctes durch die Theilwerthe der bekannten Höhenunterschiede keiner besonderen Coten, welche lediglich für alle Brechungspuncte der Profile unerlässlich sind, und stets wirklich gemessen werden müssen. Auch Querschnitte im gebräuchlichen Sinne, d. i. stets senkrecht auf den Längenschnitt, treffen in der Natur nicht immer, vielmehr höchst selten, mit der ausdrucksfähigsten Controllinie zusammen, daher jeder andere Schnittwinkel gleich zulässig sein muss.

Zwei weitere Bedingungen liegen eben so nahe: dass bei der Zeichnung alle nicht in der Natur wirklich vorhandenen Linien vermieden, und dann, dass für die Höhengcoten stets ein kürzester, aus den wenigsten Ziffern bestehender Ausdruck gewählt werde; denn die äusserste Oekonomie mit dem Raume für Zeichen, Farben und Schrift verbürgt allein Deutlichkeit bei grösster Reichhaltigkeit.

Für die bekannten verschiedenen Zwecke und Gebrauchsweisen der Pläne und Karten dürfte diese meine Terrairdarstellung mittelst der geringsten Zahl Höhen- und Tiefencoten in dreierlei Abstufungen wohl genügen können:

1. Durch bloss Cotenreihen in den Richtungen der ausdrucksfähigsten Berg- und Thal-Profilschnitte ohne alle weitere Zuthat. Etwa für Fluss-, Strassen-, Eisenbahn-, Telegraphen- dann geologische, botanische, klimatologische, culturwissenschaftliche u. s. w. Karten und Pläne.

2. Für stellenweise erleichterten Ueberblick: die Illustration des ganzen Terrains einzelner Coten, z. B. Heraushebung von Hauptbrechungspuncten der Profile oder Schneelinien, Vegetationsgränzen u. dgl.

3. Für den vollen Ueberblick die Illustration des ganzen Terrains.

Die ausführlichen Erläuterungen über das neue Verfahren bei Aufnahme und Darstellung des Terrains in einem besondern, mit den nöthigen Figuren und Beispielen ausgestatteten Werkchen werden nachzuweisen haben:

a) die Auffindung der Anhaltspuncte;

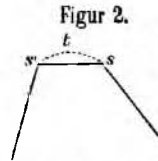
- b) die Profilierung des Terrains;
 c) die Höhenmessungen in geringster und doch vollkommen ausreichender Anzahl;
 d) Die Darstellung in obigen drei Abstufungen, wobei weder die gebräuchlichen Zeichen und Farben beirrt, noch irgend eine der bekannten verwendungsfähigen Zeichnungsmanieren ausgeschlossen sind.

Für die Höhenmessungen zum Behufe der geologischen Aufnahmen würde ich vorzugsweise darauf aufmerksam machen, dass möglichst viele Coten der Scheitelflächen und Scheitellinien zur Messung gelangen möchten, weil sie für Terrainconfiguration eben mehr zu bezeichnen im Stande sind als blosse Ortscoten. Scheitelflächen finden sich nämlich im wechselnden Terrain nirgends zahlreich. Ruhige Wasserspiegel sind es immer, fließende wenigstens querüber. Das Meer zeigt sie natürlich überall.

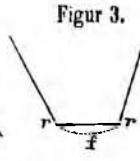
Trockenes Land kann wohl nur unter besondereren Umständen wagrecht und trocken zugleich sein, aber der allgemeine Grundsatz: „was nicht Abhang ist, muss Scheitelfläche sein“ gibt überall genügende Anhaltspunkte und als Aushilfe dienen Profilschnitte, welche sich kreuzen.

Die Nothwendigkeit alle Brechungspunkte der Profile mit Coten zu versehen zeigt, gleichviel in welcher Ausdehnung, dreierlei Scheitelflächen als Verbindung und Uebergang;

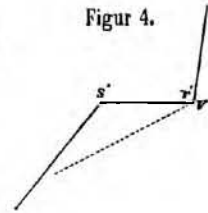
1. zweier Abhänge; vertreten durch die Bergsäume ss oder die Abrundungstangente t oder durch alle drei zugleich. Fig. 2.



2. zweier Ansteigungen; vertreten durch die Thalränder rr oder die Furche f oder gleichfalls durch alle drei. Fig. 3.



3. eines Abhanges und einer Ansteigung; vertreten durch den äusseren Stufenrand s' und den inneren r' , oder durch die Anstossverschneidung v allein. Fig. 4.



Für weitere Anhaltspunkte ausserhalb der Brechungen gibt:

1. der Kreuzschnitt zweier Horizontalen abermals eine wirkliche Scheitelfläche;

2. der Kreuzschnitt einer Horizontalen und einer geneigten jedoch nur eine (mathematische) Scheitellinie, und

3. der Kreuzschnitt zweier Geneigten einen (mathematischen) Scheitelpunkt. Alle diese Kreuzschnitte bedürfen gleichmässig nur Einer Höencote, aber die Flächencote x und die Liniencote $\dots y \dots$ werden natürlich weiterwirkend sein als die blosse Ortscote z .

Wenn nun in solcher Weise auch ohne Illustration jeder Punkt des Abhanges in seiner Höhen- oder Tiefenlage genügend bestimmbar ist, so wird es eben nur von der entsprechenden Höhenmessung abhängen, mittelst der ausdrückvollsten Profilschnitte und der geringsten Zahl Coten dem vorgesteckten Ziel nach Verhältniss des Maassstabes gerecht zu werden.